

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
3. Januar 2003 (03.01.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/000738 A2

(51) Internationale Patentklassifikation: C08B

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/06764

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. Juni 2002 (19.06.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 29 369.0 21. Juni 2001 (21.06.2001) DE

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): FRESSENTUS KABI DEUTSCHLAND GMBH [DE/DE]; Else-Kröner-Strasse 1, 61352 Bad Homburg v.d.H. (DE).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— Erfinderverklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

(72) Erfinder: und

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SOMMERMEYER, Klaus [DE/DE]; In der Laubach 26, 61191 Rosbach v.d.H. (DE).

Zur Erklärung der Zweitbuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(74) Anwälte: LUDERSCHMIDT, Wolfgang usw., John-R-Kennedy-Strasse 4, 65189 Wiesbaden (DE).

(54) Title: WATER-SOLUBLE ANTIBIOTIC COMPRISING AN AMINO SUGAR, IN THE FORM OF A POLYSACCHARIDE CONJUGATE

(54) Bezeichnung: WASSERLÖSLICHES, EINEN AMINOZUCKER AUFWEISENDES ANTIBIOTIKUM IN FORM EINES POLYSACCHARIDKONJUGATS

(57) Abstract: The invention relates to novel pharmaceutical forms for antibiotics containing amino sugar, amphotericin B, daunorubicin and doxorubicin, in which the known side effects are reduced and which can be used in a simple manner. The antimycotic agent B is nephrotoxic. The cytostatic agents daunorubicin and doxorubicin are highly cardiotoxic. The novel pharmaceutical forms are antibiotic-starch conjugates, wherein the antibiotic is combined with the polysaccharide at the reducing end thereof by means of a peptide bond. According to the invention, said bond is carried out by means of I_2 -oxidation of the starch derivative at the reducing end thereof in an aqueous alkaline solution, and by coupling the starch derivative oxidised thereby to the antibiotic in an organic solution. The conjugates obtained are less toxic. The polysaccharide part can be decomposed by serum- α -amylase and the peptide bond can be accessed by an enzymatic attack.

(57) Zusammenfassung: Es sollten neue Arzneiformen für die aminozuckerhaltigen Antibiotika Amphotericin B, Daunorubicin und Doxorubicin bereitgestellt werden, bei welchen die bekannten Nebenwirkungen reduziert und welche unkompliziert anwendbar sind. Das Antimykotikum Amphotericin B ist nephrotoxisch. Die Cytostatika Daunorubicin und Doxorubicin sind stark kardiotoxisch. Die neuen Arzneiformen sind Antibiotika-Stärke-Konjugate, wobei das Antibiotikum mit dem Polysaccharid an dessen reduzierendem Ende über eine Peptidbindung verknüpft ist. Verfallensmässig erfolgt diese Bindung über I_2 -Oxidation des Stärkederivats an seinem reduzierenden Ende in wässriger alkalischer Lösung und anschließender Kopplung des so oxidierten Stärkederivats an das Antibiotikum in organischer Lösung. Die erhaltenen Konjugate sind weniger toxisch. Der Polysaccharid-Anteil ist durch Serum- α -Amylase abbaubar und die Peptidbindung einem enzymatischen Angriff zugänglich.

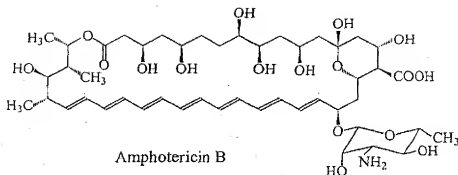
WO 03/000738 A2

Wasserlösliches, einen Aminozucker aufweisendes Antibiotikum in Form eines Polysaccharidkonjugats

Die vorliegende Erfindung betrifft wasserlösliche, oral oder parenteral applizierbare Zubereitungen von einem Aminozucker aufweisenden Antibiotika in Form eines Konjugats mit einem Polysaccharid auf Basis von Stärke oder Stärkederivaten, insbesondere Hydroxyethylstärke und Hydroxypropylstärke, sowie ein Verfahren zu deren kostengünstiger Herstellung in hoher Ausbeute. Besonders bevorzugt als Polysaccharid ist Hydroxyethylstärke. Als Antibiotika mit einem Aminozucker kommen insbesondere Amphotericin B, Daunorubicin und Doxorubicin in Betracht, welche allesamt eine Aminogruppe in C₃-Position des Aminozuckeranteils aufweisen.

Die aminozuckerhaltigen Antibiotika Amphotericin B, Daunorubicin und Doxorubicin finden in der Therapie breite Anwendung und stellen oft das Mittel der Wahl dar, obwohl sie teils gravierende Nebenwirkungen zeigen. Amphotericin B wird überwiegend parenteral appliziert, Daunorubicin und Doxorubicin müssen zwingend i.v. verabreicht werden.

Amphotericin B ist ein aus *Streptomyces nodosus* isoliertes Polyen-Antibiotikum. Chemisch handelt es sich um ein makrocyclisches Lacton (Makrolid) mit 7 konjugierten Doppelbindungen in all-trans-Konfiguration innerhalb eines 38-gliedrigen Lactonrings, an welchen über eine O-glykosidische Bindung der Aminozucker D-Mycosamin gebunden ist. Amphotericin B ist amphoter und besitzt lipophile und hydrophile Regionen im Molekül, welche es befähigen, mit den in der Cytoplasmamembran von Pilzen enthaltenen Sterolen Komplexe zu bilden, was zu einer Störung der Zellpermeabilität führt. Da Bakterienmembranen keine Sterole enthalten, ist die antibiotische Wirkung von Amphotericin B selektiv gegen Pilze gerichtet.



Wegen des breiten Wirkungsspektrums von Amphotericin B, das praktisch alle menschenpathogenen Pilze umfaßt, ist es für eine systemische Behandlung mykotischer Infektionen beim Menschen das Mittel der Wahl. Insbesondere bei Patienten, deren Immunsystem beeinträchtigt ist, wie z.B. bei HIV- oder Krebs-Patienten, hat die Behandlung der damit einhergehenden invasiven Pilzinfektionen in den letzten Jahren stark zugenommen.

Andererseits ist jedoch der Einsatz von Amphotericin B mit teils ziemlich massiven Nebenwirkungen verbunden. Bei generalisierten Mykosen und Organmykosen wird Amphotericin B i.v. appliziert, üblicherweise mit einer täglichen Dosis von 0,5 bis 0,7 mg/kg Körpergewicht. Da aber die Verträglichkeit von Amphotericin B von Patient zu Patient unterschiedlich ist, muß die Dosierung individuell eingestellt bzw. angepaßt werden. Darüber hinaus benötigen Patienten mit geschwächtem Immunsystem meist höhere Dosen als üblich, z.B. täglich 1 mg/kg Körpergewicht, die bei schwierigen Verlaufsformen - sofern verträglich - bis zu 1,5 mg/kg gesteigert werden können. Die parenterale Anwendungsdauer kann sich dabei von einigen Wochen bis zu mehreren Monaten hinziehen.

Im Laufe einer parenteralen Behandlung kommt es dann gewöhnlich zu infusionstypischen Reaktionen, wie z.B. Fieber, Erbrechen und Schüttelfrost, die gewöhnlich symptomatisch behandelt werden, so daß eine Unterbrechung der Infusionsbehandlung nicht erforderlich ist. Weit schwerwiegender sind jedoch die oftmals auftretenden Leber- und insbesondere Nierenfunktionsstörungen. So fällt etwa zu Beginn einer Therapie die glomeruläre Filtrationsrate stets um etwa 40% ab. Bei der Mehrzahl der Behandelten bleibt sie über die gesamte Therapiedauer hinweg erniedrigt. Entsprechend steigen Kreatinin im Serum und Harnstoff im Blut an. Gelegentlich sind sogar über die Therapiedauer hinaus irreversible Schädigungen zu beobachten. Nach zwei- bis dreiwöchiger Therapie tritt auch häufig Anämie

auf, die zu Hämatoxitt-Werten von 25 bis 30% führen kann. Die Blutbildveränderungen sind jedoch in der Regel nach Beendigung der Therapie wieder voll reversibel.

Wegen seiner Toxizität und Nebenwirkungen sollte Amphotericin B daher nur bei lebensbedrohlichen Umständen verabreicht werden. Andererseits stellt es jedoch bei den durch Störungen des Immunsystems - z.B. bei AIDS oder nach Organtransplantationen - auftretenden Mykosen häufig das einzig wirksame Mittel dar.

Trotz hydrophiler Domänen innerhalb des Moleküls weist Amphotericin als ganzes ausgeprägte hydrophobe Eigenschaften auf, so daß es im physiologischen pH-Bereich in Wasser praktisch unlöslich ist. Selbst in organischen Lösungsmitteln ist es nur schwer löslich. Daher stellen die derzeitigen Handelspräparate relativ kompliziert aufgebaute Arzneiformen dar, welche mit zusätzlichen Nachteilen behaftet sind. Mit einem geeigneten Lösungsvermittler, wie z.B. Na-Desoxycholat, läßt sich die Löslichkeit in Wasser erhöhen. So liegt z.B. das zur Infusion vorgesehene Originatorpräparat von BRISTOL-MYERS SQUIBB (in Deutschland unter der Handelsbezeichnung "Amphotericin B" erhältlich) als Trockensubstanz vor, welche in Wasser rekonstituiert werden muß und dann als Mizellare Dispersion von Amphotericin B und Na-Desoxycholat in Wasser vorliegt. Um eine applikationsfertige Infusionslösung zu erhalten, kann die so erhaltene Stammlösung nur noch mit elektrolytfreien Trägerlösungen, wie z.B. einer 5% Glucoselösung, bis zur erwünschten Endkonzentration verdünnt werden.

Dieses Präparat weist zudem einen nur geringen therapeutischen Index auf, d.h. das Fenster zwischen effektiver und toxischer Dosis ist sehr schmal. Darüber hinaus ist, trotz des relativ breiten Wirkungsspektrums von Amphotericin B, dieses Präparat bei bestimmten Krankheitsbildern wenig effektiv, weil die Wirksubstanz den Ort der mykotischen Infektion nicht oder nur in zu kleinen Konzentrationen erreicht, so daß Amphotericin B dort seine charakteristische antifungale Wirkung nicht oder nur unzureichend entfalten kann.

Um diese Nachteile des Originatorpräparats zu überwinden, wurde eine Reihe von Amphotericin B-Präparaten entwickelt, welche Lipid-Formulierungen darstellen, z.B. Lipidkomplexe mit Amphotericin B, kolloide Dispersionen von Cholesteryl-sulfat mit Amphotericin B und liposomal verpacktes Amphotericin B. Alle diese Arzneiformen weisen

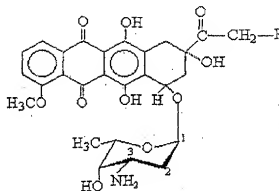
zwar einen größeren therapeutischen Index und eine höhere Verträglichkeit, insbesondere eine geringere Nephrotoxizität im Vergleich mit einer herkömmlichen Amphotericin B-Desoxycholat-Formulierung auf, weshalb sie auch in höheren Dosen verabreicht werden können, dennoch lassen sich bei hohen Dosen die oben beschriebenen Nebenwirkungen nicht ganz vermeiden.

Ein gravierender Nachteil solcher Lipidformulierungen von Amphotericin B ist jedoch in den sehr hohen Herstellungskosten und den damit verbundenen Handelspreisen zu sehen. Darüber hinaus müssen diese komplizierten Arzneiformen bis zu ihrer applikationsfertigen Form nach wie vor in umständlicher Weise rekonstituiert werden. Nicht zuletzt wegen dieser Nachteile ist trotz der verbesserten therapeutischen Breite bei den Lipidformulierungen des Amphotericins B eine breite Akzeptanz auf dem Markt ausgeblieben.

Als weitere Methode, Amphotericin B in eine wasserlösliche Form für Injektionszwecke zu überführen, ist in der Literatur die Bildung eines Amphotericin B-Arabinogalactan-Konjugats beschrieben (Antimicrobial Agents and Chemotherapy, Vol. 43 No. 8, 1999, 1975-1981). Arabinogalactan ist ein aus Lärchen gewonnenes wasserlösliches Polysaccharid aus Arabinose- und Galactose-Einheiten im Verhältnis 1:6. Die Bindung von Amphotericin B an Arabinogalactan erfolgt in 4 Schritten. Zunächst wird Arabinogalactan einer Perjodat-Oxydation unterzogen, wobei vicinale Hydroxylgruppen der Zuckereinheiten unter Ringspaltung in Dialdehyde überführt werden. Nach Reinigung der Reaktionsprodukte über eine Anionen-Austauschersäule wird die Amino-Gruppe des Mycosamins von Amphotericin B unter Bildung eines Imins (Schiffsche Base) an eine Aldehydgruppe gekoppelt und schließlich über eine Reduktion mit Hilfe von Na-Borhydrid die Imin-Gruppe in eine Amin-Gruppe sowie nicht umgesetzte Aldehydgruppen in Hydroxylgruppen überführt.

Die Kopplungsreaktion wird bei pH 11 ausgeführt. Dieser pH-Wert stellt einen Kompromiß zwischen der Ausbeute des gebildeten Konjugats einerseits und der Toxizität des Konjugats andererseits dar. Unterhalb von pH 10 ist Amphotericin B wasserunlöslich und die Ausbeuten sind gering. Ab pH 12 ist Amphotericin B relativ gut wasserlöslich, was höhere Ausbeuten ermöglicht, aber das erhaltene Produkt ist toxisch. Toxizität war ebenfalls zu beobachten, wenn der letzte Schritt der Na-Borhydrid-Reduktion unterblieb.

Die Antibiotika Daunorubicin und Doxorubicin gehören zur Gruppe der Anthracycline und unterscheiden sich lediglich durch eine Hydroxylgruppe. Sie sind in Wasser löslich. Doxorubicin wird aus Kulturen des Pilzes *Streptomyces peuceticus* var. *caesius* gewonnen, Daunomycin aus *Streptomyces peuceticus* oder *coeruleorubidus*.



Daunorubicin: R = H
Doxorubicin: R = OH

Durch ihren Tetracyclin-Rest sind Daunorubicin und Doxorubicin befähigt, unter Ausbildung sehr stabiler, über längere Zeit beständiger DNA-Interkalationskomplexe die DNA- und RNA-Synthese zu hemmen. Darüber hinaus bilden sie im Rahmen ihrer intrazellulären Metabolisierung mit Hilfe der Cytochrom-P-450-Reduktase und NADPH Semichinon-Radikale, welche ihrerseits weitere Radikalreaktionen auslösen (Superoxidanion- und Hydroxylradikale). Dadurch gewinnen diese Antibiotika eine ausgeprägte cytostatische Wirkung, weshalb sie als Cytostatika bei der Krebstherapie eingesetzt werden.

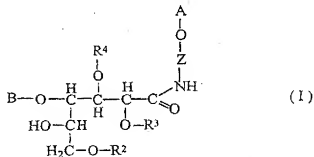
Da diese Antibiotika nach oraler Applikation nur unzureichend resorbiert werden, müssen sie (streng) i.v. in Kurzinfusionen über 10 bis 15 Minuten verabreicht werden. Ihre Verteilung im Organismus erfolgt schnell, wobei die höchsten Konzentrationen in Herz, Lunge, Milz und Niere nachgewiesen wurden.

Ihre schnelle Verteilung im Organismus in Verbindung mit der Bildung reaktiver Radikale durch Metabolisierung scheint eine der Ursachen für die ausgeprägten toxischen Nebenwirkungen zu sein, wodurch insbesondere das Herz in Mitleidenschaft gezogen wird.

Sowohl Doxorubicin als auch Daunorubicin sind ausgesprochen kardiotoxisch. Insbesondere die Kardiotoxizität vom Spättyp, welche eine dosisabhängige kumulative Organtoxizität darstellt, ist in der Regel irreversibel und oftmals lebensbedrohend. Bei Überschreiten einer maximalen kumulativen Gesamtdosis, welche bei Erwachsenen bei 550 mg/m^2 Körperoberfläche liegt, steigt die Inzidenz der anthracyclininduzierten Kardiomyopathie rasch an. Daher besteht ab einer Gesamtdosis von 550 mg/m^2 Körperoberfläche eine etwa 5% Risiko für das Auftreten einer schweren Herzinsuffizienz. Ist diese kumulative Gesamtdosis erreicht, muß die Therapie unterbrochen werden.

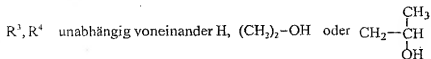
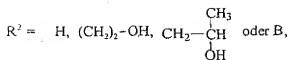
Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, für solche aminozuckerhaltigen Antibiotika Arzneiformen zur Verfügung zu stellen, in welchen die spezifischen toxischen Nebenwirkungen reduziert sind, welche eine gleichmäßigere, kontrollierte Verbreitung im Organismus gewährleisten und damit eine höhere Dosierung zulassen und welche dennoch einfach anzuwenden sind. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein kostengünstiges Verfahren zur Herstellung dieser Arzneiformen mit hoher Ausbeute zur Verfügung zu stellen.

Überraschenderweise wurde gefunden, daß sich diese Aufgaben mit einem Konjugat von Stärke oder Stärkederivaten mit solchen Antibiotika lösen läßt. Die erfindungsgemäße Arzneiform ist ein wasserlösliches, einen Aminozucker aufweisendes Antibiotikum-Derivat in Form eines Polysaccharid-Konjugats der allgemeinen Formel (I)



in welcher bedeuten:

B = ein in α -1,4-Verknüpfung verbundenes Polymer, ausgewählt aus der Gruppe Hydroxyethylstärke, Hydroxypropylstärke, lösliche Amylose, lösliche Amylose in hydroxyethylierter und/oder hydroxypropylierter Form, lösliches Amylopektin, und lösliches Amylopektin in hydroxyethylierter und/oder hydroxypropylierter Form,



mit den Bedingungen, daß

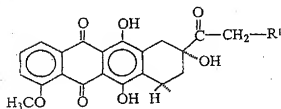
B = Amylose oder Amylopektin ist, wenn $R^2 = R^3 = R^4 = \text{H}$

B = Hydroxyethylstärke, hydroxyethyliertes Amylopektin oder hydroxyethylierte Amylose ist, wenn $R^2, R^3, R^4 = (\text{CH}_2)_2\text{-OH}$ sind,

B = Hydroxypropylstärke, hydroxypropyliertes Amylopektin oder

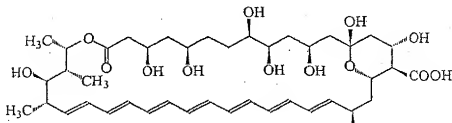
hydroxypropylierte Amylose ist, wenn $R^2, R^3, R^4 = \text{CH}_2\text{-}\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{OH}}{\text{CH}}}$ sind;

A ist



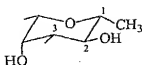
mit $R^1 = \text{H}$ oder OH

oder

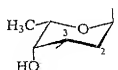


und

Z ist



oder



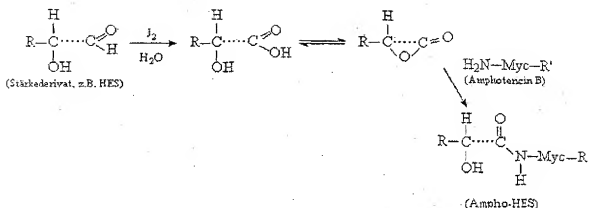
mit der Bedingung, daß wenn

Ausführungsform bis ca 3000 reichen (entsprechend einem mittleren Molekulargewicht von ca. $5 \cdot 10^5$). Insbesondere bevorzugt ist der Einsatz von Hydroxyethylstärke.

Die im Folgenden gemachten Ausführungen mit Hydroxyethylstärke als besonders bevorzugter Ausführungsform gelten in analoger Weise auch für Hydroxypropylstärke.

Bevorzugt soll in einem erfindungsgemäßen Antibiotikum-HES-Konjugat das Molekulargewicht der HES über der Nierenschwelle für HES liegen, d.h. über 70000 Dalton. Besonders bevorzugt ist eine HES der Spezifikation 130/ mit einem mittleren Molekulargewicht von 130000 Dalton. Der Substitutionsgrad MS liegt vorzugsweise im Bereich von 0,1 bis 0,8. In bevorzugter Ausführungsform liegt der Substitutionsgrad im Bereich von 0,3 bis 0,5. Das bevorzugte C_2/C_6 -Verhältnis liegt im Bereich von 2 bis 12, in besonders bevorzugter Ausführungsform im Bereich von 5 bis 11. Dabei kann HES sowohl unverzweigt nur mit überwiegend α -1,4-glykosidischen Verknüpfungen vorliegen als auch verzweigt mit sowohl α -1,4-glykosidischen Verknüpfungen als auch α -1,6-glykosidischen Verknüpfungen.

In einem erfindungsgemäßen Konjugat erfolgt verfahrensmäßig die Bindung des Polysaccharids an die Aminogruppe des Aminozuckers des Antibiotikums, indem die freie, reduzierende Aldehydgruppe des endständigen Polysaccharid-Moleküls, vorzugsweise mit J_2 zu einer Aldonsäuregruppe oxydiert wird, welche ihrerseits mit einer freien Hydroxylgruppe der endständigen Zuckereinheit, vorzugsweise am C_4 -Atom der endständigen Zuckereinheit, einen Lactonring ausbildet, der dann weiter mit der Aminogruppe des Aminozuckers des Antibiotikums eine Peptidbindung eingehen kann. Im Gegensatz zur Bildung einer Schiffischen Base aus den von einer Perjodat-Oxidation stammenden Aldehydresten des Arabinogalactans mit der Aminogruppe des Aminozuckers läßt sich die erfindungsgemäße Kopplungsreaktion des Oxydationsprodukts am reduzierenden Ende von HES mit der Aminogruppe des Aminozuckers (z.B. Mycosamin im Falle von Amphotericin B) mit großer Ausbeute in einem organischen Lösungsmittel, z.B. DMSO, ausführen, in welchem z.B. das Antibiotikum Amphotericin B löslich ist.



Diese Kopplungsreaktion erwies sich als außerordentlich selektiv und führte mit hoher Ausbeute zu einem Antibiotikum-Stärke-Konjugat, welches, anders als bei einer Perjodatoxidation, ein Molverhältnis zwischen Antibiotikum und Polysaccharid von 1:1 ergibt.

Das erhaltene Konjugat erwies sich überraschenderweise auch als nicht toxisch, so daß es auch oral applizierbar ist. Die Kopplung des Polysaccharid-Trägers, insbesondere von HES, an das Antibiotikum bewirkte auch im Falle des an sich wasserunlöslichen Amphotericin B, daß das Konjugat insgesamt über eine ausreichende Wasserlöslichkeit verfügt. Dies hat zur Folge, daß die Lösung des Konjugats bzw. die Verdünnung auf die gewünschte applizierbare Endkonzentration auch mit elektrolythaltigen Lösungsmitteln bzw. Gemischen (z.B. einer Mischung aus isotonischer Kochsalzlösung und Glucoselösung) erfolgen kann. Da außerdem das erhaltene Konjugat nicht mehr toxisch ist, lassen sich damit höhere Dosen, z.B. für das Amphotericin B-Konjugat Tagesdosen bis zu 15 mg Amphotericin B-Anteil, applizieren.

Weil Hydroxyethylstärke ohnedies in großen Dosen intravenös als Plasmaexpander appliziert werden kann, sind bei der Kopplung von HES und Amphotericin B nicht umgesetzte Anteile von HES physiologisch unbedenklich und brauchen daher nicht eigens vom Reaktionsprodukt abgetrennt zu werden, was bei der Synthese von großem ökonomischem Vorteil ist. Im Falle des Amphotericin B ist auch keine abschließende Hydrierung erforderlich, um das gebildete Konjugat weniger toxisch zu machen. Darüber hinaus wurde überraschenderweise gefunden, daß ungebundene Hydroxyethylstärke an sich auf Amphotericin B sogar eine solubilisierende

Wirkung ausübt, wodurch sich mit überschüssiger HES eine zusätzliche Stabilisierung des antimykotischen Wirkstoffs erzielen läßt.

Ein weiterer Vorteil eines erfindungsgemäßen Antibiotikum-HES-Konjugats besteht darin, daß der Polysaccharid-Anteil durch Serum- α -Amylase abbaubar ist. Dieser Abbau ist in der einschlägigen Literatur zur Pharmokokinetik der als Plasmaexpander eingesetzten HES ausführlich beschrieben. Darüber hinaus ist auch die Peptidbindung zwischen dem Polysaccharid-Anteil und dem Antibiotikum in vivo einem enzymatischen Angriff prinzipiell zugänglich.

Wie sich aus Untersuchungen an dem als Leit-Mikroorganismus aus dem Spektrum der möglichen Pilzinfektionskeime bekannten *Candida albicans* zeigte, wiesen die erfindungsgemäßen Konjugate von Amphotericin B den Lipidformulierungen vergleichbare Wirksamkeiten auf. Im Hämolysetest an Schaferythrocyten konnte demonstriert werden, daß die in-vitro-Toxizität eines Amphotericin B-HES-Konjugats wesentlich geringer ist als bei handelsüblichen Amphotericin B-Desoxycholat-Formulierungen.

Ein maßgeblicher Vorteil eines erfindungsgemäßen Antibiotikum-HES-Konjugats ist darin zu sehen, daß sich durch geeignete Auswahl von Molekulargewicht, Substitutionsgrad, Substitutionsmuster und Verzweigungsgrad der eingesetzten HES die pharmakokinetischen Eigenschaften des erhaltenen Konjugats praktisch maßgeschneidert auf die Bedürfnisse eines jeweiligen Patienten einstellen lassen.

In den folgenden Beispielen wird das Herstellungsverfahren und die hämolytische Wirkung der bevorzugten Antibiotikum-HES-Konjugate näher erläutert.

Beispiel 1

Oxydation von HES 130kD:

10 g HES (130kD) werden in ein Reaktionsgefäß gegeben und in einem möglichst geringen Volumen Wasser in Lösung gebracht. Zu dieser Lösung werden unter Rühren (Magnetrührer)

2 ml einer 0,1N Jod-Lösung ca. 3 ml einer 0,1N NaOH-Lösung gegeben. Die Mischung wird solange gerührt, bis die Farbe, die I_2 anzeigt, verschwunden ist. Die Zugabe von Jod-Lösung und/oder NaOH-Lösung wird mehrmals wiederholt bis insgesamt 10 ml 0,1N Jod-Lösung und 20 ml 0,1N NaOH-Lösung zugegeben worden sind. Die erhaltene Lösung wird sodann über eine H^+ -Ionenaustauschersäule (Amberlite IR 120) gegeben und anschließend in einem Dialyseschlauch mit einer Ausschußgrenze von 4-6 kD über einen Zeitraum von 20 h gegen destilliertes Wasser dialysiert. Das dialysierte Produkt wird lyophilisiert und der Oxidationsgrad mit Hilfe der Methode von SOMOGYI ermittelt.

Ermittlung des Oxidationsgrades:

Zur Bestimmung des gebildeten oxydierten HES (ox-HES) wurde das Verfahren von SOMOGYI herangezogen (Meth. Carbohydrate Chem., 1, 384-386, 1962). Das Verfahren beruht auf der Ermittlung der freien Aldehyd-Gruppen über die Reduktion von Cu^{2+} zu Cu^+ . Cu^+ wird mit Hilfe von aus Iodid und Iodat gebildetem Iod wieder zu Cu^{2+} oxidiert. Überschüssiges Iod wird sodann mittels Thiosulfat titriert.

Beispiel 2

Synthese eines Amphotericin B-HES-Konjugats:

In einem Reaktionsgefäß werden 650 mg ($1,5 \cdot 10^{-5}$ Mol) getrocknetes ox-HES (130 kD, Oxidationsgrad ca. 100%) und 2,8 mg ($3,0 \cdot 10^{-6}$ Mol) Amphotericin B unter Rühren (Magnetrührer) in ca. 4 ml wasserfreiem DMSO bei Raumtemperatur unter N_2 -Atmosphäre gelöst. Unter Lichtausschluß wird die Mischung 24 h lang bei 70°C reagieren gelassen. Die Aufarbeitung des Reaktionsprodukts erfolgt unter Lichtausschluß nach Zugabe von 10 Vol. H_2O mittels Dialyse gegen H_2O über einen Zeitraum von 48 h bei 4°C unter 4-maligem Wechseln des Wassers. Das anschließend lyophilisierte Produkt ergab ein schwach gelbliches Pulver.

Das Kopplungsverfahren wurde mit 3 weiteren Ansätzen wiederholt, wobei sich eine reproduzierbare Ausbeute für die Kopplungsreaktion von > 90% ergab. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 wiedergegeben. (Die in dieser Tabelle in der letzten Spalte angegebenen Ausbeutemengen beziehen sich auf das Kopplungsprodukt plus nicht umgesetzter HES).

Tabelle 1

	oxHES	Ampho B	wasserfreies DMSO	Reaktionszeit und -temperatur	Reaktionsbedingungen	Ausbeute an Ampho-HES nach Dialyse
Ansatz 1	650 mg ($1,5 \cdot 10^{-5}$ Mol)	2,8 mg ($3,0 \cdot 10^{-6}$ Mol)	≈ 4 ml	24 h 70°C	im Dunkeln unter N ₂	460 mg
Ansatz 2	10,0 g ($2,4 \cdot 10^{-4}$ Mol)	44,0 mg ($4,7 \cdot 10^{-5}$ Mol)	≈ 40 ml	24 h 70°C	im Dunkeln unter N ₂	7,0 g
Ansatz 3	12,0 g ($2,8 \cdot 10^{-4}$ Mol)	52,0 mg ($5,6 \cdot 10^{-5}$ Mol)	≈ 30 ml	24 h 70°C	im Dunkeln unter N ₂	8,4 g
Ansatz 4	7,2 g ($1,7 \cdot 10^{-4}$ Mol)	31,2 mg ($3,4 \cdot 10^{-5}$ Mol)	≈ 20 ml	24 h 70°C	im Dunkeln unter N ₂	5,1 g

Die erhaltenen Amphotericin B-HES-Konjugate wurden über ihr UV-Spektrum charakterisiert (0,5 g / 5 ml H₂O_{dest.}) und zeigten im Bereich von 300-400 nm die für polymere bzw. Mizellare Wechselwirkungen von Amphotericin B typischen Banden. Im Gegensatz zu freiem Amphotericin B, das in Wasser praktisch unlöslich ist, wiesen die erhaltenen Amphotericin-HES-Konjugate eine Wasserlöslichkeit von $> 0,1$ g / 5 ml H₂O auf.

Mit Hilfe von LALLS-GPC (Low Angle Laser Light Scattering in Kombination mit Gel-Permeations-Chromatographie) wurden folgende GPC-Kenndaten bestimmt:

Gewichtsgemitteltetes Molekulargewicht M_w :	102.700
Zahlenmittel des Molekulargewichts:	36.050
Spitzenfraktion (10%):	24.050
Bodenfraktion (90%):	13.800

Diese Kenndaten entsprachen im wesentlichen den Kenndaten der verwendeten HES.

Beispiel 3

Hämolyse-Vergleichstest des Amphotericin B-HES-Konjugats:

Die hämolytische Wirkung des erfindungsgemäßen Ampho-HES-Präparats wurde im Vergleich mit einer handelsüblichen Amphotericin B-Desoxycholat-Formulierung

("Amphotericin B" von Bristol-Meyers-Squibb, Chargen-Bezeichnung: A068), dessen Wirkstoff ab einer Konzentration von 8 µg/ml hämolytisch sein soll (R. Falk, et al., Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 1999, 1975-1981), ermittelt.

Stammlösung für erfindungsgemäßes Präparat: 11,61 g Ampho-HES (entsprechend einem Gewichtsanteil von 50 mg Amphotericin B) wurden in 50 ml 5% Glucose-Lösung (Chargenbez.: 9233A4 der Fa. Braun Melsungen) gelöst. Der Wirkstoffgehalt der so hergestellten Stammlösung betrug 1 mg Amphotericin B pro ml. Von dieser Stammlösung wurden gemäß Tabelle 2 drei Verdünnungen hergestellt und ebenfalls auf ihre hämolytische Wirkung untersucht.

Handelsübliches Vergleichspräparat (Amphotericin B-Desoxycholat-Formulierung): Eine Flasche à 50 mg wurde mit 10 ml A. a. injectabilia (Chargenbez.: 0514A63 der Fa. Braun Melsungen) gelöst und in 5% Glucoselösung auf 0,12 mg/ml Amphotericin B verdünnt.

Herstellung der Erythrocytensuspension: Frisch entnommenes humanes Blut wurde etwa mit dem 5-fachen Volumen steriler 0,9 % NaCl-Lösung (Chargenbez.: 9055A64 der Fa. Braun Melsungen) verdünnt und 5 Minuten lang bei einer relativen Zentrifugalbeschleunigung von 2000 zentrifugiert. Danach wurde die überstehende Lösung abgesaugt und die sedimentierten Erythrocyten noch zweimal auf die gleiche Weise behandelt.

Die so gewaschenen Erythrocyten wurden in einer Neubauer-Zählkammer ausgezählt und - sofern erforderlich - mit steriler 0,9% NaCl-Lösung auf eine Endkonzentration von ca. $5 \cdot 10^6$ Erythrocyten pro ml nachverdünnt. Diese Suspension ist laut DIN-Morm bei Raumtemperatur bis zu max. 6 Stunden verwendbar.

Hämolyse-Vergleichstest: Je 5 ml der zu prüfenden Lösungen wurden mit 1 ml der obigen Erythrocytensuspension vermischt, in ein gereinigtes Zentrifugenröhrchen überführt und 20 Minuten lang in einem Wasserbad bei $37 \pm 1^\circ\text{C}$ inkubiert. Anschließend wurde 5 Minuten bei einer relativen Zentrifugalbeschleunigung von 2000 zentrifugiert.

Von der überstehenden Flüssigkeit wurde die Extinktion gemessen. Als Negativkontrollen dienten jeweils 5 ml der 0,9% NaCl-Lösung und der 5% Glucose-Lösung, welche mit 1 ml

der Erythrocytensuspension vermischt, ebenfalls 20 Minuten lang bei $37 \pm 1^\circ\text{C}$ inkubiert und dann wie oben zentrifugiert wurden.

Zur Prüfung auf Hämolyse wurden in einem Photometer die Extinktionen der jeweiligen Überstände gegen die Negativkontrollen bei einer Wellenlänge von 576 nm unter Verwendung einer Küvette mit 10 mm Schichtdicke gemessen. Auf Grund der unterschiedlichen Färbungen der Lösungen wurden zum Vergleich von den Lösungen ohne Erythrocytensuspension ebenfalls die Extinktion gemessen.

Die Ergebnisse der diversen Testansätze sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Tabelle 2

Prüflösung	Konzentration Amphotericin B der Lösung mg/ml	Konzentration Amphotericin B im Testansatz mg/ml	Extinktion 576 nm	Extinktion 576 nm ohne Erythrocyten
0,9% NaCl	—	—	0,015	0,000
5% Glucose	—	—	0,016	0,000
Handelspräparat	0,12	0,1	2,271 ^{*)}	0,008
Ampho HES	0,12	0,1	0,027	0,033
Ampho HES	0,24	0,2	0,061	0,076
Ampho HES	0,48	0,4	0,274 ^{*)}	0,151
Ampho HES (Stammlösung)	1,00	0,83	2,452 ^{*) **)}	0,288

*) Lösungen im Überstand rot gefärbt

**) Wegen erhöhter Viskosität nach Zentrifugieren noch intakte Erythrocyten im Überstand mikroskopisch nachweisbar

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich, zeigt die getestete, im Handel erhältliche Amphotericin B-Desoxycholat-Formulierung bereits bei einer Konzentration von 0,1 mg/ml im Testansatz unter den obigen Testbedingungen stark hämolytische Wirkung. Der Überstand hatte bei 576 nm eine Extinktion von 2,271 und war stark rot gefärbt.

Im Vergleich dazu war beim erfindungsgemäßen Ampho-HES-Präparat bis zu einer Konzentration von 0,2 mg Amphotericin B pro ml keine hämolytische Wirkung zu

beobachten. Erst bei einer Konzentration von 0,4 mg/ml war im Überstand des Testansatzes im Vergleich mit der Negativkontrolle eine leichte Rotfärbung zu erkennen, was sich auch in den Extinktionswerten bemerkbar machte. Bei dieser Amphotericin B-Konzentration im Testansatz liegt demnach eine leichte hämolytische Wirksamkeit vor. Eine starke hämolytische Wirksamkeit durch das Testpräparat war bei einer Konzentration von 0,83 mg/ml zu erkennen, wo der Überstand stark rot gefärbt war. Daneben ließen sich im Überstand auch noch mikroskopisch wenige intakte Erythrocyten nachweisen, die wegen der hohen Viskosität während der Sedimentationszeit noch nicht ins Pellet sedimentieren konnten.

Beispiel 4

Synthese eines Daunorubicin-HES-Konjugats:

In einem Reaktionsgefäß wurden 650 mg ($1,5 \cdot 10^{-5}$ Mol) getrocknetes ox-HES (130 kD, Oxidationsgrad ca. 100%) und 0,8 mg ($3,0 \cdot 10^{-6}$ Mol) Daunorubicin unter denselben Verfahrenbedingungen wie in Beispiel 2 reagieren gelassen und wie in Beispiel 2 weiterbehandelt. Auch hier wurde eine reproduzierbare Ausbeute von ca 72 % erhalten.

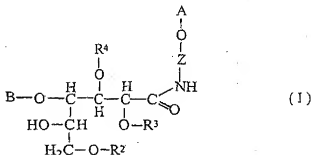
Beispiel 5

Synthese eines Doxorubicin-HES-Konjugats:

In einem Reaktionsgefäß wurden 650 mg ($1,5 \cdot 10^{-5}$ Mol) getrocknetes ox-HES (130 kD, Oxidationsgrad ca. 100%) und 0,8 mg ($3,0 \cdot 10^{-6}$ Mol) Doxorubicin unter denselben Verfahrenbedingungen wie in Beispiel 2 reagieren gelassen und wie in Beispiel 2 weiterbehandelt. Die erzielte Ausbeute betrug ebenfalls ca. 70 %.

Patentansprüche

1. Wasserlösliches einen Aminozucker aufweisendes Antibiotikum-Derivat in Form eines Polysaccharid-Konjugats der allgemeinen Formel (I)



in welcher bedeuten:

B = ein in α -1,4-Verknüpfung verbundenes Polymer, ausgewählt aus der Gruppe Hydroxyethylstärke, Hydroxypropylstärke, lösliche Amylose, lösliche Amylose in hydroxyethylierter und/oder hydroxypropylierter Form, lösliches Amylopektin, und lösliches Amylopektin in hydroxyethylierter und/oder hydroxypropylierter Form,

$\text{R}^2 = \text{H}, (\text{CH}_2)_2-\text{OH}, \text{CH}_2-\text{CH} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{array} \text{ oder B,}$

R^3, R^4 unabhängig voneinander H, $(\text{CH}_2)_2-\text{OH}$ oder $\text{CH}_2-\text{CH} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$

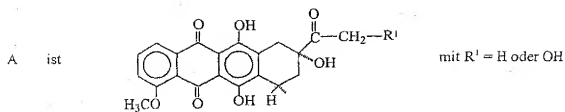
mit den Bedingungen, daß

B = Amylose oder Amylopektin ist, wenn $\text{R}^2 = \text{R}^3 = \text{R}^4 = \text{H}$

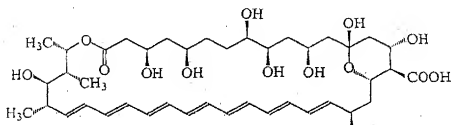
B = Hydroxyethylstärke, hydroxyethyliertes Amylopektin oder hydroxyethylierte Amylose ist, wenn $\text{R}^2, \text{R}^3, \text{R}^4 = (\text{CH}_2)_2-\text{OH}$ sind,

B = Hydroxypropylstärke, hydroxypropyliertes Amylopektin oder

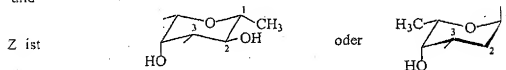
hydroxypropylierte Amylose ist, wenn $\text{R}^2, \text{R}^3, \text{R}^4 = \text{CH}_2-\text{CH} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$ sind;



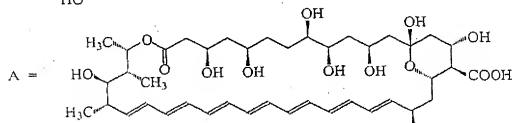
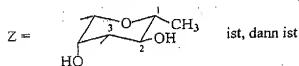
oder



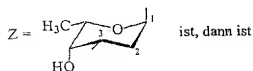
und

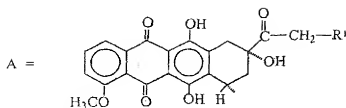


mit der Bedingung, daß wenn



und wenn





mit $R^1 = H$ oder OH ,

wobei der Polysaccharidanteil des Konjugats mit der Aminogruppe an C₃ des Aminozuckers des Antibiotikums unter Ausbildung einer Peptidbindung verknüpft ist.

2. Antibiotikum-Derivat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Molverhältnis zwischen dem Antibiotikum- und Polysaccharidanteil 1:1 ist.
3. Antibiotikum-Derivat nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Polysaccharidanteil aus Hydroxyethylstärke besteht.
4. Antibiotikum-Derivat nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das mittlere Molekulargewicht der Hydroxyethylstärke im Bereich zwischen 2000 und $2 \cdot 10^6$ Dalton liegt.
5. Antibiotikum-Derivat nach den Ansprüchen 3 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Hydroxyethylstärke einen mittleren Polymerisationsgrad von mindestens 15 aufweist.
6. Antibiotikum-Derivat nach den Ansprüchen 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das mittlere Molekulargewicht der Hydroxyethylstärke > 70000 Dalton ist.
7. Antibiotikum-Derivat nach den Ansprüchen 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Hydroxyethylstärke die Spezifikation 130/ und einen Substitutionsgrad MS im Bereich von 0,1 bis 0,8 aufweist.
8. Antibiotikum-Derivat nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Hydroxyethylstärke einen Substitutionsgrad MS im Bereich von 0,3 bis 0,5 aufweist.

9. Antibiotikum-Derivat nach jedem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Hydroxyethylstärke ein C_2/C_6 -Substitutionsverhältnis im Bereich von 2 bis 12 aufweist.
10. Antibiotikum-Derivat nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Hydroxyethylstärke ein C_3/C_6 -Substitutionsverhältnis im Bereich von von 5 bis 11 aufweist.
11. Antibiotikum-Derivat nach jedem der Ansprüche 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Hydroxyethylstärke unverzweigt in α -1,4-glykosidischer Verknüpfung vorliegt.
12. Antibiotikum-Derivat nach jedem der Ansprüche 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Hydroxyethylstärke verzweigt mit α -1,4-glykosidischer Verknüpfung und α -1,6-glykosidischer Verknüpfung vorliegt.
13. Antibiotikum-Derivat nach jedem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Antibiotikum Amphotericin B ist.
14. Antibiotikum-Derivat nach jedem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Antibiotikum Daunorubicin ist.
15. Antibiotikum-Derivat nach jedem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Antibiotikum Doxorubicin ist.
16. Verfahren zur Herstellung eines Antibiotikum-Polysaccharid-Konjugats nach jedem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, das Polysaccharid an seinem reduzierenden Ende in wässriger alkalischer Lösung unter Ausbildung eines Lacton-Rings oxidiert wird und das erhaltene Produkt zusammen mit dem einen Aminozucker aufweisenden Antibiotikum zur Bildung eines Antibiotikum-Polysaccharid-Konjugats in einem organischen Lösungsmittel reagieren gelassen wird.
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Oxidation des Polysaccharids am reduzierenden Ende mit J_2 erfolgt.

18. Verfahren nach den Ansprüchen 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopplung des oxidierten Polysaccharids an das Antibiotikum in einem organischen Lösungsmittel erfolgt.
19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß als organisches Lösungsmittel Dimethylsulfoxid eingesetzt wird.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß als Polysaccharid Stärke oder eine Stärkederivat eingesetzt wird.
21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß Hydroxyethylstärke eingesetzt wird.
22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß Hydroxyethylstärke mit einem mittleren Molekulargewicht im Bereich zwischen 2000 und $2 \cdot 10^6$ Dalton eingesetzt wird.
23. Verfahren nach den Ansprüchen 21 und 22, dadurch gekennzeichnet, daß eine Hydroxyethylstärke mit einem mittleren Polymerisationsgrad von mindestens 15 eingesetzt wird.
24. Verfahren nach den Ansprüchen 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß eine Hydroxyethylstärke mit einem mittleren Molekulargewicht von > 70000 Dalton eingesetzt wird.
25. Verfahren nach den Ansprüchen 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß eine Hydroxyethylstärke mit der Spezifikation 130/ und einem Substitutionsgrad MS im Bereich von 0,1 bis 0,8 eingesetzt wird.
26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß eine Hydroxyethylstärke mit einem Substitutionsgrad MS im Bereich von 0,3 bis 0,5 eingesetzt wird.

27. Verfahren nach jedem der Ansprüche 21 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß eine Hydroxyethylstärke mit einem C_2/C_6 -Substitutionsverhältnis im Bereich von 2 bis 12 eingesetzt wird.
28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß eine Hydroxyethylstärke mit einem C_2/C_6 -Substitutionsverhältnis im Bereich von 5 bis 11 eingesetzt wird.
29. Verfahren nach jedem der Ansprüche 21 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß eine unverzweigte Hydroxyethylstärke mit α -1,4-glykosidischer Verknüpfung eingesetzt wird.
30. Verfahren nach jedem der Ansprüche 21 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß eine verzweigte Hydroxyethylstärke mit α -1,4-glykosidischer Verknüpfung und α -1,6-glykosidischer Verknüpfung eingesetzt wird.
31. Verfahren nach jedem der Ansprüche 21 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle der Hydroxyethylstärke Hydroxypropylstärke eingesetzt wird.
32. Verfahren nach jedem der Ansprüche 16 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß als Antibiotikum Amphotericin B eingesetzt wird.
33. Verfahren nach jedem der Ansprüche 16 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß als Antibiotikum Amphotericin B eingesetzt wird.
34. Verfahren nach jedem der Ansprüche 16 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß als Antibiotikum Daunorubicin eingesetzt wird.
35. Verfahren nach jedem der Ansprüche 16 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß als Antibiotikum Doxorubicin eingesetzt wird.
36. Verwendung eines Stärkederivats zur Herstellung eines Amphocerin B-Konjugats zur systemischen Behandlung mykotischer Infektionen.

37. Verwendung nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß das Stärkederivat Hydroxyethylstärke ist.
38. Verwendung nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß das Stärkederivat Hydroxypropylstärke ist.
39. Verwendung eines Stärkederivats zur Herstellung eines Daunorubicin-Konjugats zum Einsatz in der Krebstherapie.
40. Verwendung nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, daß das Stärkederivat Hydroxyethylstärke ist.
41. Verwendung nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, daß das Stärkederivat Hydroxypropylstärke ist.
42. Verwendung eines Stärkederivats zur Herstellung eines Doxorubicin-Konjugats zum Einsatz in der Krebstherapie.
43. Verwendung nach Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, daß das Stärkederivat Hydroxyethylstärke ist.
44. Verwendung nach Anspruch 45, dadurch gekennzeichnet, daß das Stärkederivat Hydroxypropylstärke ist.

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
3. Januar 2003 (03.01.2003)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
PCT WO 03/000738 A3

(51) Internationale Patentklassifikation: A61K 47/48

(21) Internationales Akteazeichen: PCT/EP02/06764

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. Juni 2002 (19.06.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 29 369.0 21. Juni 2001 (21.06.2001) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): FRESNIUS KABI DEUTSCHLAND GMBH
[DE/DE]; Else-Krüger-Strasse 1, 61352 Bad Homburg v.d.H. (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/A Anmelder (nur für US): SOMMERMEYER, Klaus [DE/DE]; In der Laubach 26, 61191 Rosbach v.d.H. (DE).

(74) Anwältin: LUDERSCHMIDT, Wolfgang usw.; John-F. Kennedy-Strasse 4, 65189 Wiesbaden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,

CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen

Recherchenberichts: 28. August 2003

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: WATER-SOLUBLE ANTIBIOTIC COMPRISING AN AMINO SUGAR, IN THE FORM OF A POLYSACCHARIDE CONJUGATE

(54) Bezeichnung: WASSERLÖSLICHES, EINEN AMINOZUCKER AUFWEISENDES ANTIBIOTIKUM IN FORM EINES POLYSACCHARIDKONJUGATS

(57) Abstract: The invention relates to novel pharmaceutical forms for antibiotics containing amino sugar, amphotericin B, daunorubicin and doxorubicin, in which the known side effects are reduced and which can be used in a simple manner. The antimycotic agent B is nephrotoxic. The cytostatic agents daunorubicin and doxorubicin are highly cardiotoxic. The novel pharmaceutical forms are antibiotic-starch conjugates, wherein the antibiotic is combined with the polysaccharide at the reducing end thereof by means of a peptide bond. According to the invention, said bond is carried out by means of I_2 -oxidation of the starch derivative at the reducing end thereof in an aqueous alkaline solution, and by coupling the starch derivative oxidised thereby to the antibiotic in an organic solution. The conjugates obtained are less toxic. The polysaccharide part can be decomposed by serum- α -amylase and the peptide bond can be accessed by an enzymatic attack.

(57) Zusammenfassung: Es sollen neue Arzneiformen für die aminozuckerhaltigen Antibiotika Amphotericin B, Daunorubicin und Doxorubicin bereitgestellt werden, bei welchen die bekannten Nebenwirkungen reduziert und welche unkompliziert anwendbar sind. Das Antimykotikum Amphotericin B ist nephrotoxisch. Die Cytostatika Daunorubicin und Doxorubicin sind stark kardiotoxisch. Die neuen Arzneiformen sind Antibiotika-Stärke-Konjugate, wobei das Antibiotikum mit dem Polysaccharid an dessen reduzierendem Ende über eine Peptidbindung verknüpft ist. Verfahrensmässig erfolgt diese Bindung über I_2 -Oxidation des Stärkederivats an seinem reduzierenden Ende in wässriger alkalischer Lösung und anschliessender Kopplung des so oxidierten Stärkederivats an das Antibiotikum in organischer Lösung. Die erhaltenen Konjugate sind weniger toxisch. Der Polysaccharid-Anteil ist durch Serum- α -Amylase abbaubar und die Peptidbindung einem enzymatischen Angriff zugänglich.

WO 03/000738 A3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/EP 02/06764A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 A61K47/48

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 A61K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

BIOSIS, EMBASE, MEDLINE, DISSERTATION ABS, CANCERLIT, EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, L	WO 02 080979 A (SOMMERMEYER KLAUS ; FRIE SVEN (DE); EICHNER WOLFRAM (DE); SCHARPF R) 17 October 2002 (2002-10-17) L: Priorität the whole document	1-44
Y	EP 0 428 486 A (SANDOZ AG ; SANDOZ LTD (CH); SANDOZ AG (DE)) 22 May 1991 (1991-05-22)	1-44
X	claims 1,2 examples	3-12, 21-31
Y	WO 98 01158 A (FRESENIUS AG ET AL.) 15 January 1998 (1998-01-15) page 14, line 10 - line 23 example	1-44

-/-

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 E earlier document but published on or after the international filing date
 L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
 Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 April 2003

Date of mailing of the international search report

08/05/2003

Name and mailing address of the ISA
 European Patent Office, P.O. Box 5818 Patentlaan 2
 NL - 2206 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 661 epo nl,
 Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Dullaart, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No.
 PCT/EP 02/06764

G.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CERA C ET AL: "WATER-SOLUBLE POLYSACCHARIDE ANTHRACYCLINE CONJUGATES. BIOLOGICAL ACTIVITY" ANTI-CANCER DRUG DESIGN, vol. 7, no. 2, 1992, pages 143-151, XP000791063 ISSN: 0266-9536	1-44
X	page 148; table III	1,2, 14-20, 34-44
E	WO 02 090390 A (PRESTWICH GLENN D ;UNIV UTAH RES FOUND (US); LU ZHENG-RONG (US); L) 14 November 2002 (2002-11-14) example 1	1,2, 14-20, 34-44
X,P	WO 02 02146 A (DUNCAN RUTH ;GERMAN LISA (GB); SHAUNAK SUNIL (GB); ML LAB PLC (GB)) 10 January 2002 (2002-01-10)	1-12, 16-20
Y,P	examples	3-13, 21-33, 36-38
X	WO 00 78355 A (DUNCAN RUTH ;GERMAN LISA (GB); ML LAB (GB); HRECZUK HIRST DALE (GB)) 28 December 2000 (2000-12-28)	1,2, 14-20, 34-44
Y	examples 1-4	3-12, 21-31
X	US 6 011 008 A (POLACHECK ITZHACK ET AL) 4 January 2000 (2000-01-04)	1,2, 14-20, 34-44
Y	example 1 figure 1	3-12, 21-31
X	WO 98 56424 A (CASSIDY JAMES ;DUNCAN RUTH (GB); GERMAN LISA (GB); HIRST DALE (GB)) 17 December 1998 (1998-12-17)	1,2, 14-20, 34-44
Y	examples	3-12, 21-31
X	WO 94 07536 A (UNIV KEELE ;AL SHAMKHANI AYMEN (GB); DUNCAN RUTH (IT)) 14 April 1994 (1994-04-14)	1,2, 14-20, 34-44
Y	examples 2-4	3-12, 21-31

-/-

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/EP 02/06764

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indicator, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DATABASE WPI Section Ch, Week 197911 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class A96, AN 1979-205008 XP002238925 & JP 54 014513 A (KYOWA FERMENTATION KK), 2 February 1979 (1979-02-02)	1,2, 16-20
Y	abstract	3-12, 21-31
X	FALK RAMA ET AL: "A novel injectable water-soluble amphotericin B-arabinogalactan conjugate." ANTIMICROBIAL AGENTS AND CHEMOTHERAPY, vol. 43, no. 8, August 1999 (1999-08), pages 1975-1981, XP002182534 ISSN: 0066-4804	1,2,13, 16-20, 32,33, 36-38
Y	abstract	3-12, 21-31
	page 1977	
X	EHRENFREUND-KLEINMAN T ET AL: "Synthesis and characterization of novel water soluble amphotericin B-arabinogalactan conjugates" BIOMATERIALS, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS BV., BARKING, GB, vol. 23, no. 5, 1 March 2002 (2002-03-01), pages 1327-1335, XP004334096 ISSN: 0142-9612	1,2,13, 16-20, 32,33, 36-38
Y	abstract	3-12, 21-31
	page 1330 -page 1334; table 5	

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1999)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 02/06764

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☒ Claims Nos.: 1-2, 13-20, 32-36, 39 and 42 partly
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
see supplemental sheet FURTHER INFORMATION PCT/ISA/210
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see supplemental sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of I.2

Claims: 1-2, 13-20, 32-36, 39 and 42 in part

The current Claims 1-2, 13-20, 32-36, 39 and 42 relate to a disproportionately large number of possible compounds, as well as to methods of preparing them and to the use thereof, of which only a small portion are supported by the description (PCT Article 6) and/or can be regarded as having been disclosed in the application (PCT Article 5). In the present case the claims lack the proper support and the application lacks the requisite disclosure to such an extent that it appears impossible to carry out a meaningful search covering the entire range of protection sought. Therefore, the search was directed to the parts of the claims that appear to be supported and disclosed in the above sense, that is to the parts concerning the compounds indicated in the examples.

The applicant is advised that claims or parts of claims relating to inventions in respect of which no international search report has been established normally cannot be the subject of an international preliminary examination

(PCT Rule 66.1(e)). In its capacity as International Preliminary Examining Authority the EPO generally will not carry out a preliminary examination for subjects that have not been searched. This also applies to cases where the claims were amended after receipt of the international search report (PCT Article 19) or where the applicant submits new claims in the course of the procedure under PCT Chapter II.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/06764

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 A61K47/48

Nach der internationalen Patentsklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 A61K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

BIOSIS, EMBASE, MEDLINE, DISSERTATION ABS, CANCERLIT, EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Bez. Anspruch Nr.
E, L	WO 02 080979 A (SOMMERMEYER KLAUS ; FRIE SVEN (DE); EICHNER WOLFRAM (DE); SCHARPF R) 17. Oktober 2002 (2002-10-17) L: Priorität das ganze Dokument	1-44
Y	EP 0 428 486 A (SANDOZ AG ; SANDOZ LTD (CH); SANDOZ AG (DE)) 22. Mai 1991 (1991-05-22)	1-44
X	Ansprüche 1,2 Beispiele	3-12, 21-31
Y	WO 98 01158 A (FRESENIUS AG ET AL.) 15. Januar 1998 (1998-01-15) Seite 14, Zeile 10 - Zeile 23 Beispiel	1-44
	--- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik dominiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *B* Solares Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie abgelehnt)
- *C* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann ablesend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. April 2003

Ausgangsdatum des internationalen Recherchenberichts

08/05/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5518 Patentbun 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-3040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevolmächtigter Beauftragter

Dullaart, A

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 02/06764

Formblatt PCT/ISA/210 (Fortsetzung von Blatt 2) (Juli 1992)

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Fortsetzung von Feld I.2

Ansprüche Nr.: 1-2, 13-20, 32-36, 39 und 42 teilweise

Die geltenden Patentansprüche 1-2, 13-20, 32-36, 39 und 42 beziehen sich auf eine unverhältnismäßig große Zahl möglicher Verbindungen, sowie auf Verfahren zu deren Herstellung, und auf deren Verwendung, von denen sich nur ein kleiner Anteil im Sinne von Art. 6 PCT auf die Beschreibung stützen und/oder als im Sinne von Art. 5 PCT in der Patentanmeldung offenbart gelten kann. Im vorliegenden Fall fehlt den Patentansprüchen die entsprechende Stütze und fehlt der Patentanmeldung die nötige Offenbarung in einem solchen Maße, daß eine sinnvolle Recherche über den gesamten erstrebten Schutzbereich unmöglich erscheint. Daher wurde die Recherche auf die Teile der Patentansprüche gerichtet, welche im o.a. Sinne als gestützt und offenbart erscheinen, nämlich die Teile betreffend die Verbindungen, die in den Ausführungsbeispielen angegeben sind.

Der Anmelder wird darauf hingewiesen, daß Patentansprüche, oder Teile von Patentansprüchen, auf Erfindungen, für die kein internationaler Recherchenbericht erstellt wurde, normalerweise nicht Gegenstand einer internationalen vorläufigen Prüfung sein können (Regel 66.1(e) PCT). In seiner Eigenschaft als mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde wird das EPA also in der Regel keine vorläufige Prüfung für Gegenstände durchführen, zu denen keine Recherche vorliegt. Dies gilt auch für den Fall, daß die Patentansprüche nach Erhalt des internationalen Recherchenberichtes geändert wurden (Art. 19 PCT), oder für den Fall, daß der Anmelder im Zuge des Verfahrens gemäß Kapitel II PCT neue Patentansprüche vorlegt.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-12, 16-31 teilweise, und 13, 32-33, 36-38

Konjugat von Hydroxy-Äthyl-Stärke und Amphotericin B

2. Ansprüche: 1-12, 16-31 teilweise, und 14-15, 34-35, 39-44

Konjugat von Hydroxy-Äthyl-Stärke und Daunorubicin oder Doxorubicin

Angaben zur Veröffentlichung: Das vorstehend beschriebene Patent gehört zur selben Patentfamilie wie:

PCT/EP 02/06764

Edição: PCT/ISA/210 (Anexo B) 16/01/1992

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Abkürzungen

PCT/EP 02/06764

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9856424	A		US	6338843 B1	15-01-2002
WO 9407536	A	14-04-1994	GB	2270920 A	30-03-1994
			EP	0662002 A1	12-07-1995
			EP	0947202 A2	06-10-1999
			WO	9407536 A2	14-04-1994
			JP	8502053 T	05-03-1996
			US	5622718 A	22-04-1997
JP 54014513	A	02-02-1979	JP	1316403 C	15-05-1986
			JP	60045163 B	08-10-1985

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie) (Juli 1992)